

2. W 1114-02

## SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

Patent number: JP6236852

Publication date: 1994-08-23

Inventor: ISHIDA HIDETOSHI; others: 02

Applicant: MATSUSHITA ELECTRON CORP

Classification:

- international: H01L21/205; H01L21/203; H01L29/205; H01L21/331;  
H01L29/73

- european:

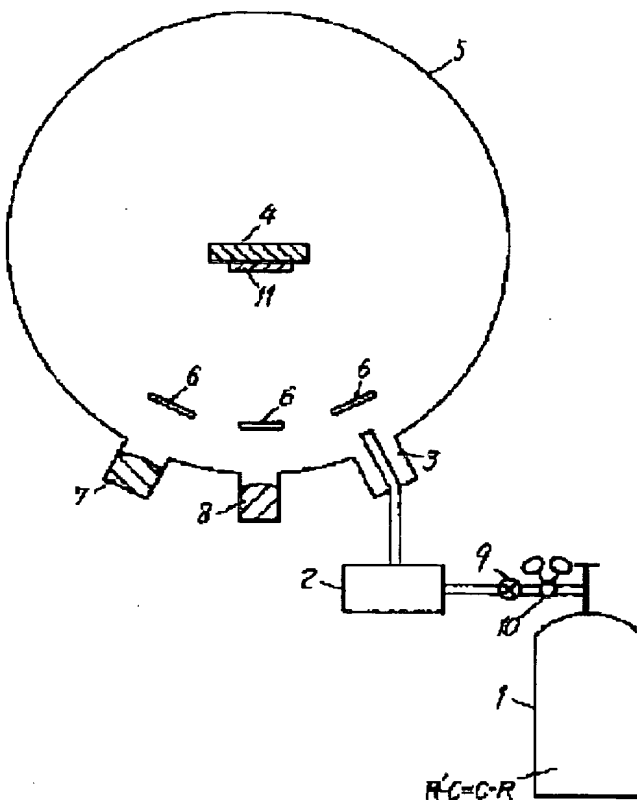
Application number: JP19930023932 19930212

Priority number(s):

## Abstract of JP6236852

**PURPOSE:** To manufacture a hetero-junction bipolar transistor (HBT) high in current amplification factor by a method wherein a P-type GaAs crystal long in carrier life time and high in concentration is made to grow.

**CONSTITUTION:** A gallium source 7, an arsenic source 8, and an unsaturated hydrocarbon 1 serving as carbon impurity source are fed to a substrate 11, which is kept at a temperature of 550 deg.C or above to enable a P-type GaAs crystal long in carrier life time and high in concentration to grow. This P-type GaAs crystal serves as the base layer of an HBT, whereby an HBT high in current amplification factor can be manufactured.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-236852

(43) 公開日 平成6年(1994)8月23日

(51) IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
21/203		M 8122-4M		
29/205				
21/331				
		8427-4M	H 0 1 L 29/ 72	
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 4 頁) 最終頁に続く				

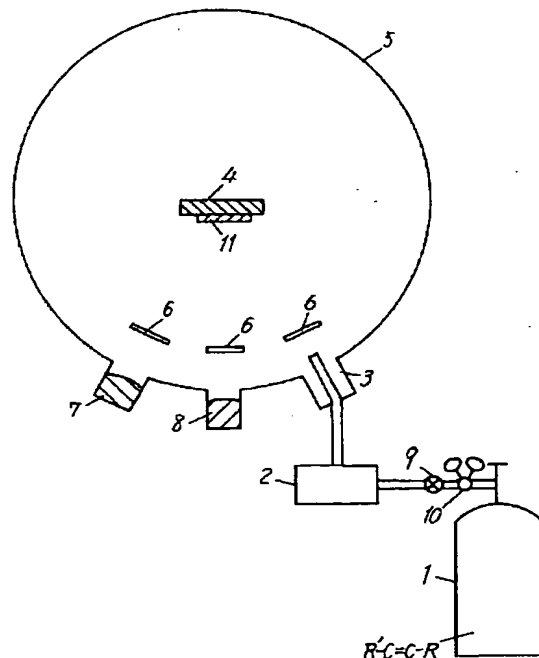
(21) 出願番号	特願平5-23932	(71) 出願人	000005843 松下電子工業株式会社 大阪府高槻市幸町1番1号
(22) 出願日	平成5年(1993)2月12日	(72) 発明者	石田 秀俊 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内
		(72) 発明者	田中 毅 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内
		(72) 発明者	上田 大助 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体装置

## (57) 【要約】

【目的】 キャリアライフタイムの長い、高濃度のp型GaAsの結晶成長を行い、電流増幅率の高いヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) を作製する。

【構成】 ガリウム源7、砒素源8とカーボンの不純物源である不飽和炭化水素1を基板11上に供給し、ヒータ4により基板温度を550℃以上の高温に保ちキャリアライフタイムの長い高濃度p型GaAsの結晶長を行なう。このp型GaAsをHBTのベース層に用い、高い電流増幅率を有するHBTを作製する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 不飽和結合を有する炭化水素を不純物源として化合物半導体のエピタキシャル成長を行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 請求項1のエピタキシャル成長を行う際に、基板温度550℃以上とすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 異なる不純物を含む多層エピタキシャル成長膜を成長させる場合、請求項2の条件でカーボンドープを行う際の基板温度が、他の層の成長温度よりも下回らないようにすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記方法を用いて作製されたp型GaAsをバイポーラトランジスタのベース層として用いることを特徴とする半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、キャリアライフタイムが長く、かつ高濃度のp型GaAsをエピタキシャル成長させるための製造方法、及び高い電流増幅率を有するヘテロ接合バイポーラトランジスタに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 GaAsの結晶成長においてp型不純物としてガリウムと置換するベリリウム、あるいは砒素と置換するカーボンが用いられている。ベリリウム源としては金属ベリリウム、カーボン源としてはトリメチル砒素、トリメチルガリウム(TMG)、トリエチルガリウム(TEG)、ネオペンタン等が各々用いられている。本技術により $2E+20$  (cm<sup>-3</sup>)程度の高濃度ドーピングが行われている。現在では、高濃度ドーピングした際の不純物の拡散係数が小さいことからカーボンが用いられることが多い。

【0003】 また、前記技術を用いて作製された高濃度のp型GaAs層をベース層とするHBTが作製され、大電力超高周波動作を実現している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来のGaAsへのカーボンドーピングはTMG、TEG、トリメチル砒素、ネオペンタンなどをカーボン源とし、高濃度のキャリア密度を実現してきた。

【0005】 しかしながら、ガリウムあるいは砒素を含むカーボン源を用いる従来の方法ではカーボン源の供給によりガリウム源、砒素源の供給量も増加するので制御性の観点から好ましくない。さらに、ネオペンタン等の飽和炭化水素を用いる場合には、図4に示すようなクラッカーを用い飽和炭化水素分子をクラッキングする必要があり、簡便性に欠けるという問題点がある。

【0006】 また、従来の方法では、キャリア密度を上げるためには成長時の基板温度を低下させる必要があ

2

り、その際、非発光性の再結合中心が増加しキャリアライフタイムが減少し、その結果HBTの電流増幅率を十分に大きくできないという問題点がある。図2にキャリアライフタイムと基板温度の関係を示す。基板温度の低下にともないキャリアライフタイムが短くなることがわかる。

【0007】 本発明は、上記従来の問題点を解決するため、高品質、高濃度のp型GaAsを制御性よく成長させる方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の半導体装置の製造方法は、カーボン源として不飽和結合を有する炭化水素を用い550℃以上の基板温度で結晶成長を行うものである。

## 【0009】

【作用】 不飽和炭化水素をカーボン源に用いることによって、反応性に富む二重結合あるいは三重結合の存在のためにクラッキングすることなくカーボンがGaAsに取り込まれる。また、不飽和結合が開裂する際には不飽和炭化水素分子の持つ $\pi$ 電子と基板最表面のガリウムが反応するため化学吸着が支配的となり高い基板温度においても脱離が抑えられるため、基板温度の高い成長条件下で高濃度のドーピングが可能となる。

## 【0010】

【実施例】 以下本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0011】 図1は本発明の半導体装置の製造装置の一例を示すものである。ガリウム源、砒素源と不飽和炭化水素のカーボン源を原料として、加熱された基板上で結晶成長を行う。カーボン源としては例えばエチレン、アセチレン等を用いることができるが、不飽和結合を持つ他の炭化水素を用いることができることは言うまでもない。カーボン源の供給量は流量計により制御する。図1はMOMBE法による例であるが、MOCVD法においても同様である。

【0012】 図3は本発明の半導体装置の製造方法を用いて作製したp型GaAsのキャリア濃度と基板温度の関係を示すものである。カーボン源として反応活性な不飽和炭化水素を用いているため、クラッキングすることなくドーピングすることができる。また不純物源の化学吸着が支配的になるため、基板温度が高温でもカーボンの脱離が抑えられ、キャリア濃度が低下することはない。図3より基板温度を高温にしてもキャリア濃度は大きく低下しないことがわかる。

【0013】 さらに、高温で成長させたキャリアライフタイムが長く、かつ高濃度のp型GaAsをHBTのベース層に使用することにより、電流増幅率の向上を実現することができる。

## 【0014】

【発明の効果】 本発明は、p型不純物のカーボン源とし

3

て不飽和炭化水素を用い、高い基板温度で結晶成長を行っている。そのため、結晶性が向上し、キャリアライフタイムの長い高濃度p型GaAsの成長が可能となる。これにより、HBTの応用においてはベース層での少数キャリアの再結合が抑えられ、高い電流増幅率を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の製造方法を実現させる装置

【図2】p型GaAsのキャリアライフタイムと基板温度の関係

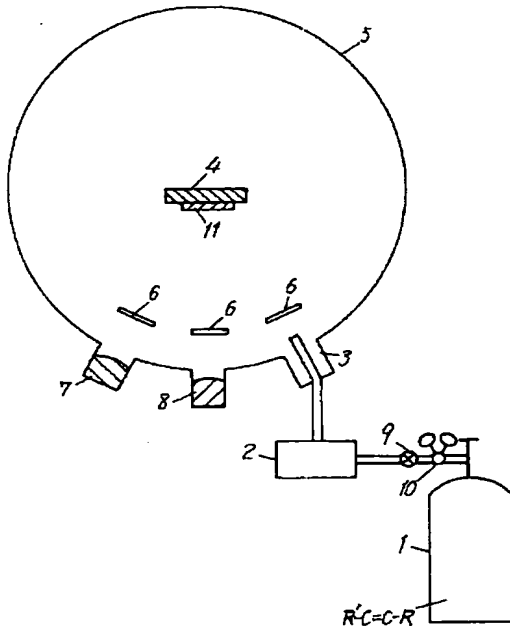
【図3】本発明の半導体装置の製造方法を用いて作製したp型GaAsのキャリア濃度と基板温度の関係

【図4】従来の不純物源として飽和炭化水素を用いる場合の半導体装置の製造方法

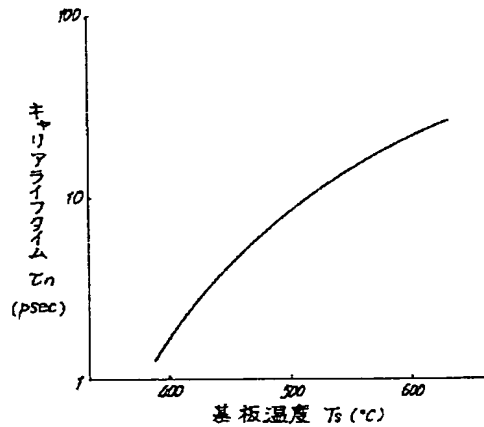
【符号の説明】

- 1 不飽和結合を有する炭化水素のボンベ
- 2 マスフローコントローラ
- 3 ノズル
- 4 ヒータ
- 5 高真空反応室
- 6 シャッター
- 7 分子線源（ガリウム）
- 8 分子線源（砒素）
- 9 バルブ
- 10 レギュレータ
- 11 基板
- 12 石英
- 13 ヒータ
- 14 タンタルシールド

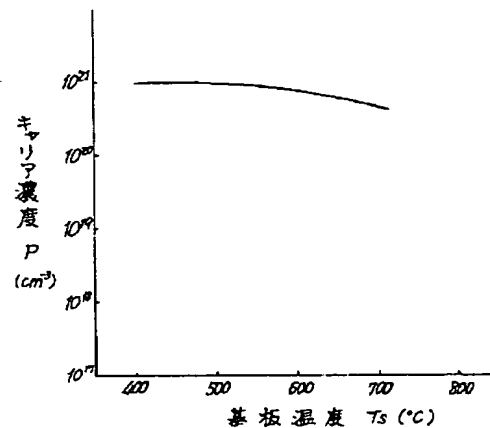
【図1】



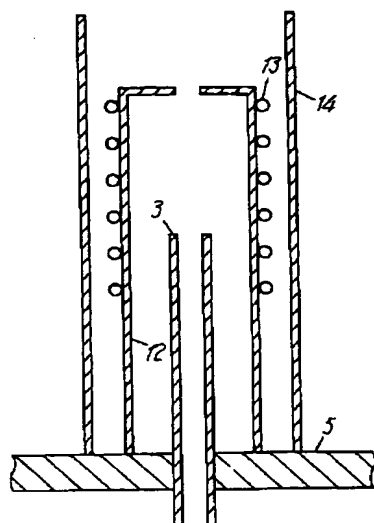
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 5

識別記号

弁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 29/73